

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Донбасский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет металлургического и машиностроительного производства

Кафедра металлургии черных металлов

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА**

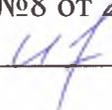
по образовательной программе высшего образования – программе  
подготовки научных кадров высшей квалификации в аспирантуре

2.6. Химические технологии, науки о материалах, металлургия  
(код и группа научной специальности)

2.6.2. Металлургия черных, цветных и редких металлов  
(шифр научной специальности)

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры  
МЧМ, протокол №7 от 10.04.2023

  
\_\_\_\_\_ М.Ю. Проценко  
Одобрено Ученым советом факультета ММП,  
протокол №8 от 24.04.2023

  
\_\_\_\_\_ Ю.В. Изюмов

Алчевск, 2023

Программа составлена на основании отраслевого стандарта высшего образования по направлению подготовки – 15.06.01 «Машиностроение», утвержденным приказом Министерства образования и науки Луганской Народной Республики от 29.07.2019 № 769-од.

Цель вступительного экзамена – это определение уровня освоения базовых знаний, формирующих технологическую и общетехническую подготовку поступающего в аспирантуру по направлению подготовки 15.06.01 «Машиностроение» (направленность «Металлургия черных, цветных и редких металлов») и его возможности освоить программу подготовки высших кадров в аспирантуре.

Металлургия черных, цветных и редких металлов – специальность, занимающаяся теоретической и практической разработкой методов оценки качества и улучшения свойств сырья для производства черных, цветных и редких металлов, технологий и конструкций агрегатов подготовки рудных, топливных и иных, необходимых для получения металлов и их сплавов, материалов, теоретическими основами получения металлов и сплавов в различных агрегатах на основе изучения закономерностей твердого и жидкого состояния металлических, оксидных, сульфидных систем, массо- и теплопереноса, твердофазных процессов, расплавления и кристаллизации расплавов, горения топлива, процессов формирования попутной продукции, отличающаяся тем, что основным ее объектом являются природное и техногенное сырье, процессы и агрегаты для производства металлов и сплавов, а основным содержанием – исследование и разработка технологий получения металлов и сплавов, повышения их качества, комплексное извлечение попутных элементов, мероприятия по энерго- и металлобережению, подавление вредных воздействий на окружающую среду, разработка математических моделей металлургических процессов с прогнозированием конечных результатов. Значение решения научно-технических проблем данной специальности для народного хозяйства состоит в разработке новых подходов и создании новых принципов и методов промышленного производства, позволяющих получать металлы и сплавы повышенного качества, существенно снизить расход материальных и энергетических ресурсов, заметно снизить давление на окружающую среду за счет уменьшения выбросов в атмосферу и водоемы и снижения выхода и степени токсичности производственных отходов.

## **СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА**

Экзамен состоит из устного ответа на вопросы экзаменационной комиссии.

В ходе обсуждения поступающему могут быть заданы вопросы и предложены задачи из перечисленных в разделе «Содержание вступительного экзамена».

Билет включает в себя 3-5 вопросов.

Результаты экзамена оцениваются по 5-ти бальной шкале по правилам, которые указаны в разделе «Критерии оценивания» данной программы.

## СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

### **Физическая химия.**

Связь химии с черной металлургией, железо, углерод, газы в черной металлургии. Молекулярно-кинетическая теория и главные законы термодинамики и термохимии. Химическое и фазовое равновесие, растворы. Оксидные расплавы и их термодинамические характеристики. Связь между энергией Гиббса и константой равновесия реакции. Методы определения константы равновесия и активности оксида железа в шлаке. Химическое сродство компонентов. Раствор углерода, кремния, марганца, никеля, хрома, кобальта и молибдена в жидком железе. Раствор серы, фосфора, кислорода, водорода и азота в расплавленном железе и его сплавах. Скорость химических реакций.

### **Химические основы производства чугуна.**

Молекулярно-кинетическая теория агрегатного состояния веществ. Основные законы термодинамики и термохимии. Химическая кинетика. Химическое и фазовое равновесие. Скорость и порядок химических реакций. Растворы. Поверхностные явления и адсорбция. Основы коллоидной химии. Электрохимия. Химические соединения, входящие в состав шлака. Химический состав огнеупоров. Химический состав доменной шихты. Разложение плавильных материалов и процесс восстановления в доменной печи. Доменный шлак и десульфурации чугуна. Химические процессы в горне печи. Основные нарушения технологического процесса. Химический состав доменной шихты. Технологические и технико-экономические расчеты основных параметров доменной плавки, основного и вспомогательного оборудования доменной печи. Отсортровка продукции по выявленным дефектам.

### **Химические основы производства стали.**

Связь химии с черной металлургией, железо, углерод, газы в черной металлургии. Сера и фосфор - вредные примеси в стали. Легирующие элементы. Химический состав шлака и огнеупорных материалов. Химические соединения, входящие в состав шлака. Химический состав огнеупоров. Примеси металлического лома в стали. Химический состав топлива. Свойства пыли и шламов при производстве стали. Молекулярно-кинетическая теория агрегатного состояния веществ. Основные законы термодинамики и термохимии. Химическая кинетика. Химическое и фазовое равновесие. Скорость и порядок химических реакций. Растворы. Поверхностные явления и адсорбция. Основы коллоидной химии. Электрохимия. Химический состав доменной шихты. Разложение плавильных материалов и процесс восстановления в доменной печи.

### **Стандартизация, метрология и сертификация.**

Сертификация продукции. Основные требования к оформлению технологической документации. Систематизация и классификация. Государственная система стандартизации. Категории и виды стандартов. Методы стандартизации. Комплексная и опережающая стандартизация. Унификация. Типовые конструкции технического прогресса. Основы метрологии и обеспечение единства измерений. Выбор основных средств измерений. Погрешности измерений и статистические методы контроля качества, метрология и методы измерений.

Качество продукции. Основы и понятия. Контроль качества. Виды контроля. Оценка уровня качества.

### **Металлургическая теплотехника.**

Топливо и основы механики печных газов. Общая характеристика топлива, расчеты его горения. Конвекция, тепло- и массоперенос, теплообмен излучением, нагрев и плавление металла. Основы тепломассообмена в металлургических агрегатах. Общая характеристика процессов теплообмена. Теплопроводность стационарная и нестационарная. Конвекционный теплообмен. Теплообмен излучением, округление коэффициентов теплоотдачи. Окисление и обезуглероживание металла. Основы рациональной технологии нагрева. Режимы работы. Металлургические печи, материалы и строительные элементы печей, сбережение тепла в металлургических печах. Теплотехнические основы утилизации тепла отходящих газов. Рекуперативные и регенеративные теплообменники. Котлы-утилизаторы. Охлаждение печей. Очистка дымовых газов. Классификация, общая характеристика тепловой работы печей. Основы механики печных газов. Статика газов. Динамика газов (законы и режимы движения газов в печах). Основы теории горения и конструкции топливосжигающих приборов. Учет горения топлива. Классификация и характеристика огнестойких материалов: свойства, область применения. Теплоизоляционные и строительные материалы. Кладка и строительные элементы печей.

### **Основы металлургического производства.**

Физико-химические основы металлургических процессов. Взаимодействие газовой, шлаковой и металлической фаз. Агломерация и коксохимия. Прямое получение железа. Окисление руд и концентратов. Восстановление газом в толстом слое и твердым углеродом. Основы литейного производства. Общие понятия технологии литейных форм. Производство отливок. Специальные виды литья.

### **Методы анализа и контроля материалов металлургического производства.**

Теоретические основы аналитической химии. Гравиметрический и титриметрический методы анализа. Физико-химический и физический методы анализа. Химический анализ сырья и готовой продукции. Аттестация стали по результатам химического анализа и технологии выплавки. Основы техники измерения и средства контроля технологических процессов. Электрические измерения. Государственные системы обеспечения единства измерений и приборов контроля. Методы определения технологической ценности металлургических отходов.

### **Металлургия стали.**

Этапы развития сталеплавильного производства. Классификация стали и способов ее производства. Технологические схемы современного сталеплавильного производства. Техничко-экономические показатели и экологические проблемы сталеплавильного производства. Материалы сталеплавильного производства. Металлическая часть шихты. Неметаллические материалы. Кислородно-конвертерный процесс. Конструкция и расчеты конвертеров. Планирование кислородно-конвертерных цехов. Работа в кислородно-конвертерном цехе.

Производство стали в электропечах. Электрометаллургия стали. Значение электросталеплавильных процессов. Оборудование и футеровка электросталеплавильных печей. Непрерывные сталеплавильные процессы. Многоступенчатые и потоковые процессы. Агрегаты желобного типа. Внепечное рафинирование стали. Разливка в изложницы. Непрерывная разливка стали. Структура и качество литой стали. Источники сталеплавильного шлака. Роль шлака. Строение и состав шлаков. Шлакообразование. Химические свойства шлаков. Физические свойства шлаков. Методы контроля состава и свойств шлака. Дефосфорация стали. Десульфурация стали. Кислород в стали и ее раскисление. Неметаллические включения в готовом металле. Растворение газов в металле и шлаке. Азот в стали. Водород в стали. Дегазация металла. Виды и свойства побочных продуктов металлургического производства. Рециклинг металлургических отходов.

### **Доменное производство.**

Руды и флюсы черной металлургии, основы предварительной подготовки руд и флюсов, основы производства кокса, методы окомкования, технология подготовки шихты к спеканию, теплотехника агломерации, физико-химические процессы при агломерации, вопросы технологии агломерации, производство железорудных окатышей, теория укрепления окатышей, контроль и оценка качества окускованных сырьевых материалов. Топливо, сырьевые материалы и подготовка их к доменной плавке. Распределение и движение шихты и газов в доменной печи. Восстановительные процессы и образование чугуна и шлака в доменной печи. Теплообмен в доменной печи. Процессы, идущие в доменной печи при умеренных температурах. Разложение плавильных материалов в доменной печи. Процессы восстановления в доменной печи. Восстановление железа, кремния и марганца. Шлакообразование в доменной печи. Десульфурация чугуна в доменной печи. Конструкция доменной печи и ее вспомогательных приборов. Нагрев и подача дутья и очистка колошниковога газа. Уборка чугуна и шлака. Технология доменной плавки. Задувка доменной печи и управление ее ходом. Обслуживание доменной печи. Ремонт и выдувка доменной печи. Сравнение различных технологий производства чугуна в зависимости от смежных металлургических производств. Технологические операции процесса производства чугуна, выбор наиболее целесообразной технологии производства чугуна для конкретных производственных условий, выявление нарушений технологического процесса, меры по повышению качества продукции, технологические и технико-экономические расчеты доменной плавки, основного и вспомогательного оборудования доменной печи. Подготовка чугунных и шлаковых желобов и сифонного отверстия для выпуска жидких продуктов плавки, сверлильной машины и электропушки для открытия и закрытия чугунной летки. Управление сверлильной машиной, электропушкой, перекидным и качающимся желобом при проведении выпуска жидких продуктов плавки. Ремонт футляров чугунной и шлаковой леток, замена воздушной фурмы и шлаковой фурмы. Конструкционные расчеты оснащения, выполнение чертежей деталей и сборочных единиц. Оценка хода технологического процесса, выявление нарушений и их устранение. Оценка технического состояния оборудования и выявление резервов его использования. Качество сырья и топлива и их влияние на качество чугуна.

## **Механическое и подъемно-транспортное оборудование доменных цехов.**

Подъемно-транспортное оборудование сталеплавильных цехов. Детали подъемно-транспортных машин. Простые грузоподъемные машины. Крановое оборудование и машины непрерывного транспорта. Машины и агрегаты для переработки металлургического легковесного и крупногабаритного лома. Машины и агрегаты для переработки стружки. Прессы для пакетирования. Ножницы и агрегаты для обработки крупногабаритного лома. Оборудование миксерного отделения и отделения переливания чугуна. Конструкция стационарного миксера, оборудование для скачивания шлака и взвешивания чугуна. Машины, агрегаты и установки кислородно-конвертерных цехов. Привод конвертеров. Машины для загрузки шихтовых материалов в конвертер. Конструкция кислородных конвертеров и механизмов их поворота. Машины для подачи кислорода в конвертер. Машины для замера температуры и отбора проб в конвертере. Машины для уборки продуктов плавки. Машины для ремонта конвертеров и ковшей. Оборудование для очистки конвертерных газов. Машины и агрегаты разливочных отделений. Машины внепечной обработки стали. Оборудование для разливки стали в изложницы. Машины для непрерывной разливки.

### **Электрооборудование цехов.**

Аппаратура управления и защиты электропривода. Электрооборудование машин и агрегатов металлургических предприятий. Электрические машины постоянного тока. Асинхронные машины. Электрическая цепь постоянного тока. Однофазные электрические цепи переменного тока. Трехфазные электрические цепи. Электронные измерительные приборы. Электрические измерения.

### **Автоматизация производства.**

Измерение компонентов металлургических процессов. Автоматические системы регулирования. Автоматическое управление процессом плавки. Измерение компонентов процесса. Автоматические системы регулирования. Автоматическое управление процессом плавки. Основы регулирования технологических процессов. Измерение температуры. Полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы. Вычислительная техника в управлении технологическими процессами. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Микропроцессорные системы. Автоматизация агломерационного, доменного, кислородно-конвертерного производства, непрерывной разливки стали.

## КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Оценка	Профессионально-практическая подготовка
отлично	Задание выполнено полностью. Поступающий дает ответы на вопросы, отвечающие программе испытания: такие, которые требуют воссоздания определенного алгоритма рассуждения и те, которые требуют эвристического анализа представленной проблемы. Результаты выполненной работы полностью отвечают уровню требований, обусловленному квалификационной характеристикой профессии магистр по автоматизированному управлению технологическими процессами.
хорошо	Задание выполнено почти полностью, но поступающий не может дать ответ на вопросы, которые нуждаются в анализе проблемы и использовании знаний из разных тематических разделов. Уровень подготовки позволяет поступающему воспроизводить последовательности логических алгоритмов мышления для ответа на нестандартные вопросы. Он демонстрирует владение теоретическим материалом в типичных и несколько усложненных вопросах. Дает ответы в рамках установленных норм времени, возможна консультация преподавателя.
удовлетворительно	Предоставлены правильные ответы не менее чем на 70% вопросов. Поступающий без достаточного понимания воспроизводит компоненты профессиональных знаний и предоставляет ответы лишь на те вопросы, которые сформулированы в том виде, как подаются в рекомендованной литературе. Владение профессиональными знаниями находится на уровне воссоздания. В отдельных случаях требует консультативной помощи.
неудовлетворительно	Поступающий владеет на уровне распознавания отдельными компонентами профессиональных знаний с помощью преподавателя, отвечает только на отдельные задания. При выполнении заданий допускает существенные ошибки, которые самостоятельно исправить не может.

Невыполнение одного из заданий (или отказ от его выполнения) является, как правило, основанием для выставления неудовлетворительной оценки за вступительный экзамен в целом.

Поступающий должен набрать не менее 60 баллов, чтобы принять участие в конкурсе при поступлении в аспирантуру ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Т.2. Машины и агрегаты сталеплавильных цехов. Учебник для вузов / А.И. Целиков [и др.]. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1988.
2. Максимов Ю.Н. Математическое моделирование металлургических процессов.- М., «Металлургия», 1982.
3. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента.- М., «Мир», 1972.
4. Цымбал В.П. Математическое моделирование металлургических процессов.- М., «Металлургия», 1986.
5. Михайлов А.М. Литейное производство. М.: Машиностроение, – 1987.
6. Теплоэнергетика металлургических заводов. Учебник для вузов. / Розенгарт Ю.И. [и др.] - М.: Металлургия, 1985 — 303 с.
7. Яковлев Ю.Н. и др. Основы научных исследований в черной металлургии. – К., Донецк: Вища шк. Головное изд-во, 1985. – 205 с.
8. Металлургическая теплотехника. Т1. Теоретические основы / Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Матрюков Б.С. и др. М.: Металлургия, 1986. – 426с.
9. В.А. Кривандин, Ю.П. Филимонов. Теория, конструкции и расчёты металлургических печей. Т1. Теория и конструкция металлургических печей. М.: Металлургия, 1986. – 479с.
10. Казачков Е.А. Расчеты по теории металлургических процессов. – М. Металлургия, 1988.
11. Рыжонков Д. И., Падерин С. Н., Серов Г. В., Жидкова Л. К. Расчеты металлургических процессов на ЭВМ. - М , Металлургия, 1988.
12. Шурхал В.Я. и др. Физикохимия металлургических систем и процессов. - Киев. Высшая школа, 2000.
13. Владимиров Л. П. Термодинамические расчеты равновесия металлургических реакций. - М., Металлургия, 1970.
14. Дорофеев В.Н. «Конструкция и проектирование доменных печей», Киев, УМК ВО,1991.
15. Ефименко Г.Г., Гиммельфарб А.А., Левченко В.Е. Металлургия чугуна К., "Вища школа", 1988 – 351 с.
16. Механическое оборудование металлургических заводов. Механическое оборудование фабрик окускования и доменных цехов./ Гребеник В.М., Сторожик Д.А., Демьянец Л.А. и др. - К.: Вища школа, 1985. - 312 с.
17. Плискановский С.Т. и Полтавец В.В. «Оборудование и эксплуатация доменных печей», Днепропетровск,Пороги,2004.
18. Фастовский М.Х., Дакалов Г.В., Носовский А.А Механическое и транспортное оборудование агломерационных фабрик - М.: Металлургия, 1983. 264 с.
19. Ефименко Г.Г., Гиммельфарб А.А., Шевченко В.Е. Металлургия чугуна. Киев, "Вища школа", 1981.
20. Дорофеев В.Н., Должиков В.В., Чистяков В.Г. Теория и технология доменного процесса: Сб. задач.– Алчевск, ДонГТУ, 2005.

21. Конспект лекций по дисциплине "Теория и технология подготовки сырья". Ровенский И.И. ДГМИ, 2000 г.
22. Вегман Е.Ф. и др. Metallургия чугуна. М. Metallургия, 1978.
23. Шур А.Б. Теплообмен в доменной печи. Ч. 1: Уч. пособие .- Алчевск: ДонГТУ, 2006.
24. Кудрин В.А. Metallургия стали: Уч. для ВУЗов.- М.: Metallургия, 1989 .- С. 365 – 419.
25. Научные основы современных сталеплавильных процессов / А.В. Явойский [и др.].- Мариуполь, 2003.- 276 с.
26. Вихлевщук В.А., Харахулах В.С., Бродский С.С. Ковшевая доводка стали.- Днепропетровск: Системные технологии, 2000.- 190 с.
27. Metallургия стали: Уч. для вузов./ под ред. В.И. Явойского и Ю.В. Кряковского// М.: Metallургия, 1983.- 583 с.
28. Бигеев А.М. Metallургия стали. – М.: Metallургия, 1988. – 440 с.
29. Ойкс Г.Н., Иоффе Х.М. «Производство стали. Расчеты».
30. Михайлов А.М. Литейное производство. М.: Машиностроение, – 1987.
31. Теплоэнергетика металлургических заводов. Учебник для вузов. Розенгарт Ю.И, [и др.] М.: Metallургия, 1985. —303 с.
32. Metallургическая теплотехника. Т. 1. Теоретические основы / Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Мастрюков Б.С. и др. М.: Metallургия, 1986. – 426 с.
33. В.А. Кривандин, Ю.П. Филимонов. Теория, конструкции и расчёты металлургических печей. Т. 1. Теория и конструкция металлургических печей. М.: Metallургия, 1986. – 479с.
34. Казачков Е.А. Расчеты по теории металлургических процессов. - М., Metallургия, 1988.
35. Рыжонков Д. И., Падерин С. Н., Серов Г. В., Жидкова Л. К. Расчеты металлургических процессов на ЭВМ. - М , Metallургия, 1988.
36. Шурхал В,Я. и др. Физикохимия металлургических систем и процессов. - Киев. Высшая школа, 2000.
37. Меджибожский М.Я. Основы термодинамики и кинетики сталеплавильных процессов: Уч. пособие. – Киев-Донецк: “Вища школа”, 1979. – 276 с.
38. Борнацкий И.И. Физико-химические основы сталеплавильных процессов. – М.: Metallургия, 1974, 319 с.
39. Борнацкий И.И. Теория металлургических процессов: Учебное пособие. - Киев-Донецк: “Вища школа”, 1978. – 287 с.

И.о. заведующего кафедрой  
Metallургии черных металлов



М.Ю. Проценко

Программа составлена на основании отраслевого стандарта высшего образования по направлению подготовки – 15.06.01 «Машиностроение», утвержденным приказом Министерства образования и науки Луганской Народной Республики от 29.07.2019 № 769-од.

Цель вступительного экзамена – это определение уровня освоения базовых знаний, формирующих технологическую и общетехническую подготовку поступающего в аспирантуру по направлению подготовки 15.06.01 «Машиностроение» (направленность «Металлургия черных, цветных и редких металлов») и его возможности освоить программу подготовки высших кадров в аспирантуре.

Металлургия черных, цветных и редких металлов – специальность, занимающаяся теоретической и практической разработкой методов оценки качества и улучшения свойств сырья для производства черных, цветных и редких металлов, технологий и конструкций агрегатов подготовки рудных, топливных и иных, необходимых для получения металлов и их сплавов, материалов, теоретическими основами получения металлов и сплавов в различных агрегатах на основе изучения закономерностей твердого и жидкого состояния металлических, оксидных, сульфидных систем, массо- и теплопереноса, твердофазных процессов, расплавления и кристаллизации расплавов, горения топлива, процессов формирования попутной продукции, отличающаяся тем, что основным ее объектом являются природное и техногенное сырье, процессы и агрегаты для производства металлов и сплавов, а основным содержанием – исследование и разработка технологий получения металлов и сплавов, повышения их качества, комплексное извлечение попутных элементов, мероприятия по энерго- и металлобережению, подавление вредных воздействий на окружающую среду, разработка математических моделей металлургических процессов с прогнозированием конечных результатов. Значение решения научно-технических проблем данной специальности для народного хозяйства состоит в разработке новых подходов и создании новых принципов и методов промышленного производства, позволяющих получать металлы и сплавы повышенного качества, существенно снизить расход материальных и энергетических ресурсов, заметно снизить давление на окружающую среду за счет уменьшения выбросов в атмосферу и водоемы и снижения выхода и степени токсичности производственных отходов.

## **СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА**

Экзамен состоит из устного ответа на вопросы экзаменационной комиссии.

В ходе обсуждения поступающему могут быть заданы вопросы и предложены задачи из перечисленных в разделе «Содержание вступительного экзамена».

Билет включает в себя 3-5 вопросов.

Результаты экзамена оцениваются по 5-ти бальной шкале по правилам, которые указаны в разделе «Критерии оценивания» данной программы.

## СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

### **Физическая химия.**

Связь химии с черной металлургией, железо, углерод, газы в черной металлургии. Молекулярно-кинетическая теория и главные законы термодинамики и термохимии. Химическое и фазовое равновесие, растворы. Оксидные расплавы и их термодинамические характеристики. Связь между энергией Гиббса и константой равновесия реакции. Методы определения константы равновесия и активности оксида железа в шлаке. Химическое сродство компонентов. Раствор углерода, кремния, марганца, никеля, хрома, кобальта и молибдена в жидком железе. Раствор серы, фосфора, кислорода, водорода и азота в расплавленном железе и его сплавах. Скорость химических реакций.

### **Химические основы производства чугуна.**

Молекулярно-кинетическая теория агрегатного состояния веществ. Основные законы термодинамики и термохимии. Химическая кинетика. Химическое и фазовое равновесие. Скорость и порядок химических реакций. Растворы. Поверхностные явления и адсорбция. Основы коллоидной химии. Электрохимия. Химические соединения, входящие в состав шлака. Химический состав огнеупоров. Химический состав доменной шихты. Разложение плавильных материалов и процесс восстановления в доменной печи. Доменный шлак и десульфурации чугуна. Химические процессы в горне печи. Основные нарушения технологического процесса. Химический состав доменной шихты. Технологические и технико-экономические расчеты основных параметров доменной плавки, основного и вспомогательного оборудования доменной печи. Отсортровка продукции по выявленным дефектам.

### **Химические основы производства стали.**

Связь химии с черной металлургией, железо, углерод, газы в черной металлургии. Сера и фосфор - вредные примеси в стали. Легирующие элементы. Химический состав шлака и огнеупорных материалов. Химические соединения, входящие в состав шлака. Химический состав огнеупоров. Примеси металлического лома в стали. Химический состав топлива. Свойства пыли и шламов при производстве стали. Молекулярно-кинетическая теория агрегатного состояния веществ. Основные законы термодинамики и термохимии. Химическая кинетика. Химическое и фазовое равновесие. Скорость и порядок химических реакций. Растворы. Поверхностные явления и адсорбция. Основы коллоидной химии. Электрохимия. Химический состав доменной шихты. Разложение плавильных материалов и процесс восстановления в доменной печи.

### **Стандартизация, метрология и сертификация.**

Сертификация продукции. Основные требования к оформлению технологической документации. Систематизация и классификация. Государственная система стандартизации. Категории и виды стандартов. Методы стандартизации. Комплексная и опережающая стандартизация. Унификация. Типовые конструкции технического прогресса. Основы метрологии и обеспечение единства измерений. Выбор основных средств измерений. Погрешности измерений и статистические методы контроля качества, метрология и методы измерений.

Качество продукции. Основы и понятия. Контроль качества. Виды контроля. Оценка уровня качества.

### **Металлургическая теплотехника.**

Топливо и основы механики печных газов. Общая характеристика топлива, расчеты его горения. Конвекция, тепло- и массоперенос, теплообмен излучением, нагрев и плавление металла. Основы тепломассообмена в металлургических агрегатах. Общая характеристика процессов теплообмена. Теплопроводность стационарная и нестационарная. Конвекционный теплообмен. Теплообмен излучением, округление коэффициентов теплоотдачи. Окисление и обезуглероживание металла. Основы рациональной технологии нагрева. Режимы работы. Металлургические печи, материалы и строительные элементы печей, сбережение тепла в металлургических печах. Теплотехнические основы утилизации тепла отходящих газов. Рекуперативные и регенеративные теплообменники. Котлы-утилизаторы. Охлаждение печей. Очистка дымовых газов. Классификация, общая характеристика тепловой работы печей. Основы механики печных газов. Статика газов. Динамика газов (законы и режимы движения газов в печах). Основы теории горения и конструкции топливосжигающих приборов. Учет горения топлива. Классификация и характеристика огнестойких материалов: свойства, область применения. Теплоизоляционные и строительные материалы. Кладка и строительные элементы печей.

### **Основы металлургического производства.**

Физико-химические основы металлургических процессов. Взаимодействие газовой, шлаковой и металлической фаз. Агломерация и коксохимия. Прямое получение железа. Окисление руд и концентратов. Восстановление газом в толстом слое и твердым углеродом. Основы литейного производства. Общие понятия технологии литейных форм. Производство отливок. Специальные виды литья.

### **Методы анализа и контроля материалов металлургического производства.**

Теоретические основы аналитической химии. Гравиметрический и титриметрический методы анализа. Физико-химический и физический методы анализа. Химический анализ сырья и готовой продукции. Аттестация стали по результатам химического анализа и технологии выплавки. Основы техники измерения и средства контроля технологических процессов. Электрические измерения. Государственные системы обеспечения единства измерений и приборов контроля. Методы определения технологической ценности металлургических отходов.

### **Металлургия стали.**

Этапы развития сталеплавильного производства. Классификация стали и способов ее производства. Технологические схемы современного сталеплавильного производства. Техничко-экономические показатели и экологические проблемы сталеплавильного производства. Материалы сталеплавильного производства. Металлическая часть шихты. Неметаллические материалы. Кислородно-конвертерный процесс. Конструкция и расчеты конвертеров. Планирование кислородно-конвертерных цехов. Работа в кислородно-конвертерном цехе.

Производство стали в электропечах. Электрометаллургия стали. Значение электросталеплавильных процессов. Оборудование и футеровка электросталеплавильных печей. Непрерывные сталеплавильные процессы. Многоступенчатые и потоковые процессы. Агрегаты желобного типа. Внепечное рафинирование стали. Разливка в изложницы. Непрерывная разливка стали. Структура и качество литой стали. Источники сталеплавильного шлака. Роль шлака. Строение и состав шлаков. Шлакообразование. Химические свойства шлаков. Физические свойства шлаков. Методы контроля состава и свойств шлака. Дефосфорация стали. Десульфурация стали. Кислород в стали и ее раскисление. Неметаллические включения в готовом металле. Растворение газов в металле и шлаке. Азот в стали. Водород в стали. Дегазация металла. Виды и свойства побочных продуктов металлургического производства. Рециклинг металлургических отходов.

### **Доменное производство.**

Руды и флюсы черной металлургии, основы предварительной подготовки руд и флюсов, основы производства кокса, методы окомкования, технология подготовки шихты к спеканию, теплотехника агломерации, физико-химические процессы при агломерации, вопросы технологии агломерации, производство железорудных окатышей, теория укрепления окатышей, контроль и оценка качества окускованных сырьевых материалов. Топливо, сырьевые материалы и подготовка их к доменной плавке. Распределение и движение шихты и газов в доменной печи. Восстановительные процессы и образование чугуна и шлака в доменной печи. Теплообмен в доменной печи. Процессы, идущие в доменной печи при умеренных температурах. Разложение плавильных материалов в доменной печи. Процессы восстановления в доменной печи. Восстановление железа, кремния и марганца. Шлакообразование в доменной печи. Десульфурация чугуна в доменной печи. Конструкция доменной печи и ее вспомогательных приборов. Нагрев и подача дутья и очистка колошниковога газа. Уборка чугуна и шлака. Технология доменной плавки. Задувка доменной печи и управление ее ходом. Обслуживание доменной печи. Ремонт и выдувка доменной печи. Сравнение различных технологий производства чугуна в зависимости от смежных металлургических производств. Технологические операции процесса производства чугуна, выбор наиболее целесообразной технологии производства чугуна для конкретных производственных условий, выявление нарушений технологического процесса, меры по повышению качества продукции, технологические и технико-экономические расчеты доменной плавки, основного и вспомогательного оборудования доменной печи. Подготовка чугунных и шлаковых желобов и сифонного отверстия для выпуска жидких продуктов плавки, сверлильной машины и электропушки для открытия и закрытия чугунной летки. Управление сверлильной машиной, электропушкой, перекидным и качающимся желобом при проведении выпуска жидких продуктов плавки. Ремонт футляров чугунной и шлаковой леток, замена воздушной фурмы и шлаковой фурмы. Конструкционные расчеты оснащения, выполнение чертежей деталей и сборочных единиц. Оценка хода технологического процесса, выявление нарушений и их устранение. Оценка технического состояния оборудования и выявление резервов его использования. Качество сырья и топлива и их влияние на качество чугуна.

## **Механическое и подъемно-транспортное оборудование доменных цехов.**

Подъемно-транспортное оборудование сталеплавильных цехов. Детали подъемно-транспортных машин. Простые грузоподъемные машины. Крановое оборудование и машины непрерывного транспорта. Машины и агрегаты для переработки металлургического легковесного и крупногабаритного лома. Машины и агрегаты для переработки стружки. Прессы для пакетирования. Ножницы и агрегаты для обработки крупногабаритного лома. Оборудование миксерного отделения и отделения переливания чугуна. Конструкция стационарного миксера, оборудование для скачивания шлака и взвешивания чугуна. Машины, агрегаты и установки кислородно-конвертерных цехов. Привод конвертеров. Машины для загрузки шихтовых материалов в конвертер. Конструкция кислородных конвертеров и механизмов их поворота. Машины для подачи кислорода в конвертер. Машины для замера температуры и отбора проб в конвертере. Машины для уборки продуктов плавки. Машины для ремонта конвертеров и ковшей. Оборудование для очистки конвертерных газов. Машины и агрегаты разливочных отделений. Машины внепечной обработки стали. Оборудование для разлива стали в изложницы. Машины для непрерывной разливки.

### **Электрооборудование цехов.**

Аппаратура управления и защиты электропривода. Электрооборудование машин и агрегатов металлургических предприятий. Электрические машины постоянного тока. Асинхронные машины. Электрическая цепь постоянного тока. Однофазные электрические цепи переменного тока. Трехфазные электрические цепи. Электронные измерительные приборы. Электрические измерения.

### **Автоматизация производства.**

Измерение компонентов металлургических процессов. Автоматические системы регулирования. Автоматическое управление процессом плавки. Измерение компонентов процесса. Автоматические системы регулирования. Автоматическое управление процессом плавки. Основы регулирования технологических процессов. Измерение температуры. Полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы. Вычислительная техника в управлении технологическими процессами. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Микропроцессорные системы. Автоматизация агломерационного, доменного, кислородно-конвертерного производства, непрерывной разливки стали.

## КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Оценка	Профессионально-практическая подготовка
отлично	Задание выполнено полностью. Поступающий дает ответы на вопросы, отвечающие программе испытания: такие, которые требуют воссоздания определенного алгоритма рассуждения и те, которые требуют эвристического анализа представленной проблемы. Результаты выполненной работы полностью отвечают уровню требований, обусловленному квалификационной характеристикой профессии магистр по автоматизированному управлению технологическими процессами.
хорошо	Задание выполнено почти полностью, но поступающий не может дать ответ на вопросы, которые нуждаются в анализе проблемы и использовании знаний из разных тематических разделов. Уровень подготовки позволяет поступающему воспроизводить последовательности логических алгоритмов мышления для ответа на нестандартные вопросы. Он демонстрирует владение теоретическим материалом в типичных и несколько усложненных вопросах. Дает ответы в рамках установленных норм времени, возможна консультация преподавателя.
удовлетворительно	Предоставлены правильные ответы не менее чем на 70% вопросов. Поступающий без достаточного понимания воспроизводит компоненты профессиональных знаний и предоставляет ответы лишь на те вопросы, которые сформулированы в том виде, как подаются в рекомендованной литературе. Владение профессиональными знаниями находится на уровне воссоздания. В отдельных случаях требует консультативной помощи.
неудовлетворительно	Поступающий владеет на уровне распознавания отдельными компонентами профессиональных знаний с помощью преподавателя, отвечает только на отдельные задания. При выполнении заданий допускает существенные ошибки, которые самостоятельно исправить не может.

Невыполнение одного из заданий (или отказ от его выполнения) является, как правило, основанием для выставления неудовлетворительной оценки за вступительный экзамен в целом.

Поступающий должен набрать не менее 60 баллов, чтобы принять участие в конкурсе при поступлении в аспирантуру ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Т.2. Машины и агрегаты сталеплавильных цехов. Учебник для вузов / А.И. Целиков [и др.]. 2-е изд., перераб. и доп. –М.: Металлургия, 1988.
2. Максимов Ю.Н. Математическое моделирование металлургических процессов.- М., «Металлургия», 1982.
3. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента.- М., «Мир», 1972.
4. Цымбал В.П. Математическое моделирование металлургических процессов.- М., «Металлургия», 1986.
5. Михайлов А.М. Литейное производство. М.: Машиностроение, – 1987.
6. Теплоэнергетика металлургических заводов. Учебник для вузов. / Розенгарт Ю.И. [и др.] - М.: Металлургия, 1985 — 303 с.
7. Яковлев Ю.Н. и др. Основы научных исследований в черной металлургии. – К., Донецк: Вища шк. Головное изд-во, 1985. – 205 с.
8. Металлургическая теплотехника. Т1. Теоретические основы / Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Мاستрюков Б.С. и др. М.: Металлургия, 1986. – 426с.
9. В.А. Кривандин, Ю.П. Филимонов. Теория, конструкции и расчёты металлургических печей. Т1. Теория и конструкция металлургических печей. М.: Металлургия, 1986. – 479с.
10. Казачков Е.А. Расчеты по теории металлургических процессов. – М. Металлургия, 1988.
11. Рыжонков Д. И., Падерин С. Н., Серов Г. В., Жидкова Л. К. Расчеты металлургических процессов на ЭВМ. - М , Металлургия, 1988.
12. Шурхал В.Я. и др. Физикохимия металлургических систем и процессов. - Киев. Высшая школа, 2000.
13. Владимиров Л. П. Термодинамические расчеты равновесия металлургических реакций. - М., Металлургия, 1970.
14. Дорофеев В.Н. «Конструкция и проектирование доменных печей», Киев, УМК ВО,1991.
15. Ефименко Г.Г., Гиммельфарб А.А., Левченко В.Е. Металлургия чугуна К., "Вища школа", 1988 – 351 с.
16. Механическое оборудование металлургических заводов. Механическое оборудование фабрик окускования и доменных цехов./ Гребеник В.М., Сторожик Д.А., Демьянец Л.А. и др. - К.: Вища школа, 1985. - 312 с.
17. Плискановский С.Т. и Полтавец В.В. «Оборудование и эксплуатация доменных печей», Днепропетровск,Пороги,2004.
18. Фастовский М.Х., Дакалов Г.В., Носовский А.А Механическое и транспортное оборудование агломерационных фабрик - М.: Металлургия, 1983. 264 с.
19. Ефименко Г.Г., Гиммельфарб А.А., Шевченко В.Е. Металлургия чугуна. Киев, "Вища школа", 1981.
20. Дорофеев В.Н., Должиков В.В.,Чистяков В.Г. Теория и технология доменного процесса: Сб. задач.– Алчевск, ДонГТУ, 2005.

21. Конспект лекций по дисциплине "Теория и технология подготовки сырья". Ровенский И.И. ДГМИ, 2000 г.
22. Вегман Е.Ф. и др. Metallургия чугуна. М. Metallургия, 1978.
23. Шур А.Б. Теплообмен в доменной печи. Ч. 1: Уч. пособие. – Алчевск: ДонГТУ, 2006.
24. Кудрин В.А. Metallургия стали: Уч. для ВУЗов.- М.: Metallургия, 1989. - С. 365 – 419.
25. Научные основы современных сталеплавильных процессов / А.В. Явойский [и др.]- Мариуполь, 2003.- 276 с.
26. Вихлевщук В.А., Харахулах В.С., Бродский С.С. Ковшевая доводка стали.- Днепропетровск: Системные технологии, 2000.- 190 с.
27. Metallургия стали: Уч. для вузов./ под ред. В.И. Явойского и Ю.В. Кряковского// М.: Metallургия, 1983.- 583 с.
28. Бигеев А.М. Metallургия стали. – М.: Metallургия, 1988. – 440 с.
29. Ойкс Г.Н., Иоффе Х.М. «Производство стали. Расчеты».
30. Михайлов А.М. Литейное производство. М.: Машиностроение, – 1987.
31. Теплоэнергетика металлургических заводов. Учебник для вузов. Розенгарт Ю.И, [и др.] М.: Metallургия, 1985. —303 с.
32. Metallургическая теплотехника. Т. 1. Теоретические основы / Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Матрюков Б.С. и др. М.: Metallургия, 1986. – 426 с.
33. В.А. Кривандин, Ю.П. Филимонов. Теория, конструкции и расчёты металлургических печей. Т. 1. Теория и конструкция металлургических печей. М.: Metallургия, 1986. – 479с.
34. Казачков Е.А. Расчеты по теории металлургических процессов. - М., Metallургия, 1988.
35. Рыжонков Д. И., Падерин С. Н., Серов Г. В., Жидкова Л. К. Расчеты металлургических процессов на ЭВМ. - М , Metallургия, 1988.
36. Шурхал В,Я. и др. Физикохимия металлургических систем и процессов. - Киев. Высшая школа, 2000.
37. Меджибожский М.Я. Основы термодинамики и кинетики сталеплавильных процессов: Уч. пособие. – Киев-Донецк: “Вища школа”, 1979. – 276 с.
38. Борнацкий И.И. Физико-химические основы сталеплавильных процессов. – М.: Metallургия, 1974, 319 с.
39. Борнацкий И.И. Теория металлургических процессов: Учебное пособие. - Киев-Донецк: “Вища школа”, 1978. – 287 с.